

357/30 J

Nov-1981

82 E 96

(54) PHOTO-FIRING THYRISTOR

(11) 56-152266 (A) (43) 25.11.1981 (19) JP

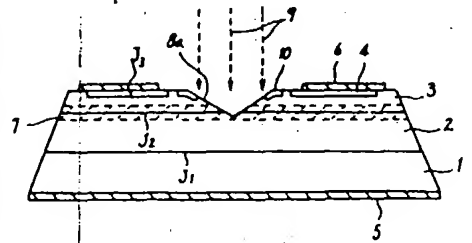
(21) Appl. No. 55-56470 (22) 28.4.1980

(71) MITSUBISHI DENKI K.K. (72) KENICHI YAMANAKA(1)

(51) Int. Cl. H01L29/74, H01L31/10

PURPOSE: To increase phototrigger sensitivity and to shorten turn on time by im-
providing the shape of the concave section at a light incident part.

CONSTITUTION: A thyristor consisting of a P type emitter layer 1, an N type base layer 2, a P type base layer 3, N type emitter layer 4, an anode electrode 5, and cathode electrodes 6 is formed. Wherein, J_1 , J_2 and J_3 are junction parts respectively and a depletion layer 7 which effectively work as a light-sensitive layer for trigger light 9 is formed at the J_2 section. A concave section 8a effectively feeding the light into the depletion layer 7 is shaped so that the side wall surface of the concave section 8a may have an easy slope and the concave section 8a is formed to reach the N type base layer 2 by crossing over the vicinity of the junction J_2 or the junction J_3 . Furthermore, P⁺ type layers 10 are provided at the exposed main surface section 10 of the P type base layer 3. In this way, phototrigger sensitivity improves and free carriers quickly move by the electric field around the side wall of the concave section.



257/115

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-152266

⑪ Int. Cl.³
H 01 L 29/74
31/10

識別記号

庁内整理番号
6749-5F
6824-5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)11月25日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 光点弧サイリスタ

⑮ 特 願 昭55-56470

⑯ 出 願 昭55(1980)4月28日

⑰ 発 明 者 山中憲一

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社北伊丹製作所内

⑱ 発 明 者 高宮三郎

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社北伊丹製作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目2
番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 葛野信一 外1名

明 細 書

発明の名称

光点弧サイリスタ

特許請求の範囲

(1) 第1伝導形を有する第1の半導体層、この第1の半導体層の上に形成され第2の伝導形を有する第2の半導体層、この第2の半導体層の上に形成され第1の伝導形を有する第3の半導体層、この第3の半導体層の表面部にその中央部に上記第3の半導体層の表面が露出するように形成され第2の伝導形を有する第4の半導体層、及びこの第4の半導体層の中央部に露出する上記第3の半導体層の表面に開口し上記第3の半導体層と上記第2の半導体層との接合面近傍に底部を有し上記第3の半導体層の表面に向つて拡開する凹部を備え、上記凹部への入射光によつて点弧されるようにしたことを特徴とする光点弧サイリスタ。

2) 凹部の底部が第3の半導体層内に止つていことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の点弧サイリスタ。

(3) 凹部の底部が第3の半導体層と第2の半導体層との接合面を越えて上記第2の半導体層内にあることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光点弧サイリスタ。

(4) 第3の半導体層はこの第3の半導体層内に拡がる空乏層が到達しない範囲の凹部の開口部の側壁面部とその周辺の上記第3の半導体層の表面部とにわたつて形成された第1伝導形の低抵抗半導体層を備えたことを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の光点弧サイリスタ。

3. 発明の詳細な説明

この発明は光点弧サイリスタに係り、特にその光点弧特性を向上させるための改良に関するものである。

通常の逆阻止サイリスタは周知のように p_1 層、 n_1 層、 p_2 層および n_2 層の4層の半導体層からなり、 p_1 層にアノード電極、 n_2 層にカソード電極が設けられ、 p_2 層にゲート電極が設けられる。そして、このアノード・カソード間に順方向電圧が印加されてい

[illegible]

るときにゲートにトリガ電流を供給することによつてサイリスタを阻止状態から導通状態へ移行させることができるものである。

光点弧サイリスタは上記通常のサイリスタと本質的に同じ構造であつて、トリガとして光をサイリスタに照射することによつて、上述と同様に阻止状態から導通状態へ移行させることができるものである。第1図はこのような従来の光点弧サイリスタの一例の構成を示す断面図で、(1)はp形エミッタ層、(2)はn形ベース層、(3)はp形ベース層、(4)はn形エミッタ層、(5)はアノード電極、(6)はカソード電極、 J_1 はp形エミッタ層(1)とn形ベース層(2)との間の第1の接合、 J_2 はn形ベース層(2)とp形ベース層(3)との間の第2の接合、 J_3 はp形ベース層(3)とn形エミッタ層(4)との間の第3の接合、(7)は第2の接合 J_2 部に形成されトリガ光の受光層として有効に働く空乏層、(8)は空乏層(7)に有効に光を入射させるためにp形ベース層(3)の露出主面側から形成された凹部、(9)はトリガ用入射光である。このサイリスタは阻止特性を良好にするため、

(3)

に示すように凹部(8)を設けて光感度の向上を計つていた。

しかし、第1図の従来例のように凹部(8)を第2の接合 J_2 面に垂直に形成した場合、この凹部(8)へ入射した光(9)によつてキャリアが生成されるのは主として凹部(8)の底面の直下である。従つて、凹部(8)を深くすれば光感度は高くなるのであるが、一方、この素子に順方向電圧が印加されたときに逆方向にバイアスされる第2の接合 J_2 部の空乏層(7)はn形ベース層(2)およびp形ベース層(3)内を広がる。特に、大電力用サイリスタでは空乏層(7)は100 μ m以上も広がる。そのため、凹部(8)を深くすると空乏層(7)が凹部(8)の底面にまで到達し、更に電圧が上昇すると空乏層(7)は凹部(8)の側面部分に広がるが、凹部(8)底面直下の空乏層(7)の電界はこれ以上はほとんど上昇しない。従つて、印加電圧が高くなつても、空乏層(7)が凹部(8)の底面に達すると感度はこれ以上向上しない。また、このような状態では凹部(8)の底面下で生成された正孔は空乏層(7)内を移動して凹部(8)の底面近傍に集まる。

(6)

カソード電極(6)はp形ベース層(3)とn形エミッタ層(4)とを短絡する形に形成されている。

このような光点弧サイリスタの凹部(8)に光(9)が入射すると、入射光(9)は凹部(8)の下部のシリコン基体中に侵入し、凹部(8)の下部の第2の接合 J_2 部分の空乏層(7)および空乏層(7)の端から拡散長範囲内で電子-正孔対を生成する。この電子および正孔は空乏層(7)内の電界で加速され、電界が強い場合には結晶格子との衝突で、その数を増倍しながら、電子はn形ベース層(2)へ、正孔はp形ベース層(3)へ移動し、ゲート電流としてサイリスタを導通させる。このように、光点弧サイリスタは逆方向バイアスされた第2の接合 J_2 近傍で光によつて自由キャリアが生成されることを利用するものである。従つて、通常のサイリスタでも光によつて導通できるが、その光感度は低く、特に大電力用サイリスタでは第2の接合 J_2 が表面から非常に深く、光は第2の接合 J_2 近傍に到達する前にシリコン基体中でその多くが吸収されて有効に作用していない。このために光点弧サイリスタでは従来第1と大

(4)

そして、この正孔は拡散によつて横方向に移動して、凹部(8)の底面下を脱すると電界によつて加速されてp形ベース層(3)に到達してゲート電流となす作用をするのであるが、上述のように途中も拡散移動過程があるので、ゲート電流として作られるまでに時間がかかり、サイリスタの点弧を遅らせるという欠点があつた。

この発明は以上のような点に鑑みてなされたもので、上記凹部の形状を適当ならしめることによつて、光トリガ感度が高く、しかもターンオン時間の短い光点弧サイリスタを提供することを目指している。

第2図はこの発明の一実施例の構成を示す断面図である。第1図の従来例と同等部分は同一符号で示し、その説明を省略する。この実施例ではサイリスタへの光入射部分の凹部(8a)をその側壁部分がゆるやかな斜面をなすような形状とし、かつ凹部(8a)が第2の接合 J_2 近傍、またはこの接合 J_2 を越えてn形ベース層(2)の領域にまで達するように形成されている。そして、さらに凹部(8a)の底

(6)

形ベース層(3)とn形エミッタ層(4)と上縁部からp形ベース層(3)の露出主面部に於て形成されている。さてn形エミッタ層(4)の付近に達するようにp⁺形サイリスタの凹部(8)に光(9)が照射され、このp⁺形層(4)はp形ベース層(3)の凹部(8)の下部のシリコン不純物濃度を高くしてある。なお、この場合、凹部(8)の下部の第2の接合J₂にp⁺形層(4)は第2の接合J₂から延びる空乏層(7)が到達するまで端から拡散長に達しない領域に形成する要がある。生成する。この電子およびこのようにして、第2の接合J₂近傍を凹部(8a)を経て加速され、電界が強いので、ゆるやかなどおり配て露出させると、この素子で、その数を増倍しなで順方向電圧が印加され第2の接合J₂が逆バイアス層(12)へ、正孔はp形ベース層(3)として生ずる空乏層(7)は、一種のペレル構造ト電流としてサイリスタとなつた凹部(8a)の側壁面の表面で大きく広がる。こ、光点弧サイリスタは逆偏のため、凹部(8a)に光(9)が入射したとき、大きな接合J₂近傍で光によつて広がった空乏層(7)領域に光(9)が直接効率よく入射されることを利用するものとする。特に電界の強い中央部の第2の接合J₂部サイリスタでも光によつて中心に光(9)が入射するので、キャリアの増倍効率は低く、特に大電力に大きく働き、トリガ感度は増大する。そして、接合J₂が表面から非常に空乏層(7)は印加電圧の増大とともに、凹部(8a)にJ₂近傍に到達する前にシリコンと妨げられることなく、凹部(8)の側壁面に吸収されて有効に作用して広がり、入射光(9)によるキャリア生成領域がサイリスタでは従来第1に大し、光トリガ感度は印加電圧の増加とともに

(4)

(7)

散によつて横方向に移動し100μm、p形ベース層(3)のキャリア濃度は1×10¹⁵/cm³と電界によつて加10¹⁵/cm³である。pnpn 4層構造形成後、凹部(8)に到達してゲート電流と凹部(8a)形成予定部にp⁺形部分を拡散によつて形成するが、上述のように途中ら。この部分のキャリア濃度は1×10¹⁸/cm³、拡散で、ゲート電流として作深深さは40μmである。その後凹部(8a)を例え、サイリスタの点弧をば、上部開孔径は3mm、中心深さ110μmに形成した。

する。円錐状の凹部(8a)の形成は機械的研磨と化学的な点に臨みてなされたエッチング技術によつてなすことができる。その適当ならしめることによつて、凹部(8a)の側壁部のクエハ表面部に深さ高く、しかもターンオン10~15μmのp⁺形層(4)を形成する。このp⁺形層(4)サイリスタを提供することを目途に一部分でn形エミッタ層(4)に極めて接近するよう形成される。

一実施例の構成を示す断面図第3図はこの発明の他の実施例の構成を示す断面図と同等部分は同一符号で、この実施例における凹部(8b)は曲凹面を略する。この実施例では、凹部(8b)の凹部(8a)をその側壁部、図の実施例と同様であり、同等の効果が得られすような形状とし、かつ、

J₂近傍、またはこの接合J₂以上、両実施例とも凹部内壁面に反射防止膜や(12)の領域にまで達するよう樹脂コーティングを施すことによつて好結果が得られ、さらに凹部(8a)の、また、以上実施例において伝導形となわ

(6)

(8)

更に増大する。

また、凹部(8a)の側壁面近傍では上方に拡開した側壁面にほぼ平行に電界が生じるので、この部分に生成される正孔はこの電界によつてp形ベース層(3)へすみやかに移動する。さらに、p形ベース層(3)に注入された正孔はp⁺形層(4)に入りn形エミッタ層(4)の近くまで移動する。このとき、n形エミッタ層(4)の近くでp⁺形層(4)領域の形状を小さくしておくと、第3の接合J₃付近での正孔密度が高まり、サイリスタ点弧に有利となる。従つて、光トリガ感度の上昇とともにサイリスタ点弧のターンオン時間も短くなる。なお、このような構造を用いても凹部(8a)内の露出部分の表面安定化は容易であり、素子の逆阻止能力を低下させることはない。

次に、この実施例装置の製造方法について略説しておく。まず、pnpnの4層構造の形成方法は周知技術であるので、こゝでは省略して、主要なパラメータを示すに止める。n形ベース層(12)のキャリア濃度は1×10¹¹/cm³、第2の接合J₂の深さ

(8)

ちp形とn形とを逆にしたものにもこの発明は適用できる。

上述のようにこの発明になる光点弧サイリスタでは光入射用凹部を光入射面に向つて拡開する形状とし、その凹部側壁面にこの配をもたせたので、入射光が凹部を通じて直接所望接合面近傍に達して光トリガ感度が向上するのは勿論、当該素子への印加電圧によつて素子内に広がる空乏層内の電界によつて、入射光で生成された自由キャリアが上記凹部側壁面のこの配に付つて速かにゲート領域に移動できるので、サイリスタ点弧のターンオン時間を短くすることができる。

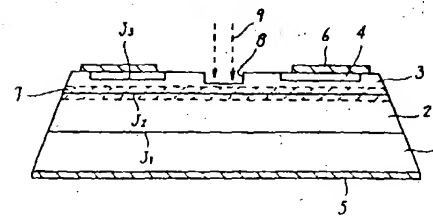
4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の光点弧サイリスタの構成を示す断面図、第2図はこの発明の一実施例を示す断面図、第3図はこの発明の他の実施例を示す断面図である。

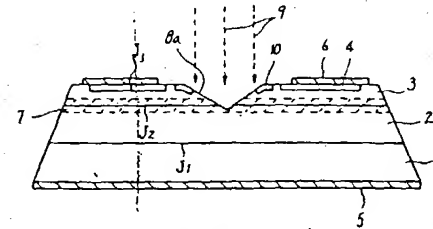
図において、(1)はp形エミッタ層(第1の半導体層)、(2)はn形ベース層(第2の半導体層)、(3)はp形ベース層(第3の半導体層)、(4)はn形

(10)

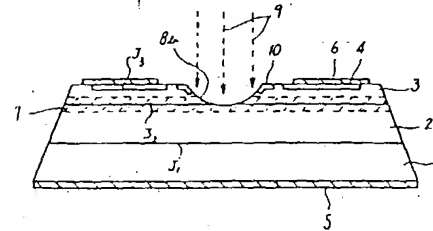
第1図



第2図



第3図



エミッタ層(第4の半導体層)、(7)は空乏層、(8)、(9)、(10)は凹部、(11)は入射光、(12)はp⁺形層(低抵抗半導体層)である。

なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 島野 信一(外1名)

(11)

